

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



SLIB.UZ
Scientific library of Uzbekistan



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

24-april, 2025



engineer.tstu.uz

**MUHAMMADAMIN KABULOVICH TOHIROVNING TAVALLUDINING
80 YILLIGIGA BAG'ISHLANGAN
“SAMARALI QURILISH MATERIALLARI, KONSTRUKSIYALARI VA
TEXNOLOGIYALARI”
MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
ILMIY ISHLARI TO'PLAMI**

Toshkent davlat transport universiteti Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining akademigi, O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan yoshlar murabbiysi, texnika fanlari doktori, professor **Muhammadamin Kabulovich Tohirovning tavalludining 80 yilligiga bag'ishlangan “Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari”** mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya ilmiy ishlari to'plami chop etildi.

Muhammadamin Kabulovich kompozitsion qurilish materiallarining polistrukturaviy nazariyasini rivojlantirishga ulkan hissa qo'shgan olimdir. 1995-yilda Muhammadamin Kabulovich Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining (RAASN) xorijiy a'zosi etib saylangan, bu esa ularning qurilish materialshunosligi sohasiga qo'shgan ilmiy hissasining xalqaro miqyosdagi e'tirofi bo'ldi. Ular o'z ilmiy faoliyati davomida 6 ta monografiya, 200 dan ortiq ilmiy maqola va 25 ta ixtiroga mualliflik guvohnomasi yaratganlar.

Ushbu konferensiyaning asosiy maqsadi – qurilish materialshunosligi, bino va inshootlarni loyihalash hamda qurilish sohasidagi zamonaviy ilmiy tadqiqotlar natijalarini muhokama qilish, shuningdek, muhandislik ta'limini takomillashtirish yo'llarini aniqlashdir.

Konferensiyada O'zbekiston Respublikasi hamda xorijiy mamlakatlarning oliy o'quv yurtlari va ilmiy-tadqiqot institutlari olimlari, shuningdek, muhim ilmiy tadqiqot natijalariga ega bo'lgan ishlab chiqarish vakillari o'z ilmiy ishlari bilan ishtirok etdilar.

“Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyaning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

1. **Resurs va quvvatni tejaydigan qurilish materiallari va texnologiyalari** – zamonaviy ekologik va iqtisodiy talablarni qondirishga qaratilgan innovatsion yechimlar.
2. **Bino va inshootlarning qurilish konstruksiyalari, zamonaviy hisoblash va loyihalash usullari - muhandislik** va texnologik yechimlarni takomillashtirish yo'nalishlari.
3. **Arxitektura va shaharsozlik** – estetik va funksional jihatlarni uyg'unlashtirgan zamonaviy loyihalar yaratish.
4. **Zamonaviy muhandislik ta'limi tizimini takomillashtirish** – kelajak mutaxassislarini yuqori malakali darajada tayyorlash uchun ta'lim jarayonini modernizatsiya qilish.

Mazkur konferensiya ilmiy hamjamiyatning turli vakillarini bir joyga jamlab, qurilish materialshunosligi sohasidagi zamonaviy muammolar va istiqbollarni muhokama qilish uchun qulay platforma vazifasini bajardi.

Calculations of seismic loads of the Rezaksai Reservoir

N. Khudayberdiyev¹, S. Khudaykulov²

¹Namangan engineering building institute, Namangan, Uzbekistan

²Kimyo international university in Tashkent, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The paper considers the design load on different cross-sections and vibrations of water pipes, obtained empirically and confirmed by theoretical formulas. When constructing the epuray of the calculated equal force, all loads are summarized. The time incompatibility of local design loads is not taken into account. Finding the equal force of loads and their distribution throughout the volume of the structure, taking into account the simultaneity of action in all sections is carried out according to the formula A. L. Mozhevitinov and V. N. Bukhartsev.

Keywords: reservoir, seismic, score, structures, deformation, spillway, evaluation, dam, fluctuations, slopes, strength, rock-ground, confinement, water depth at structure, loads, water weight

Расчёты сейсмических нагрузок Резаксайского водохранилища

Худайбердиев Н.¹, Худайкулов С.²

¹Наманганский инженерно-строительный институт, Наманган, Узбекистан

²Ташкентский международный Университет Кимё, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье рассматривается расчетная нагрузка на разные сечения и колебания водопроводящих труб, полученной эмпирическим путём и подтверждённым теоретическими формулами. При построении эпюры расчетной равнодействующей силы суммируются все нагрузки. Не учитывается несовместимость во времени локальные расчетные нагрузки. Нахождения равнодействующей нагрузок и их распределения по всему объёму сооружения с учетом одновременности действия во всех сечениях ведется по формуле А. Л. Можевитиновым и В. Н. Бухарцевым.

Ключевые слова: водохранилище, водохранилище, сейсмического, баллов, сооружений, деформаций, водосбросные, оценку, плотины, колебаний, склоны, прочности, каменно-земляную, ограниченность, глубина воды у сооружения, нагрузки, массу воды

1. Введение

Резаксайское водохранилище - гидротехническое сооружение, построенное для хранения воды, стекающей с горных хребтов Курама. Он служит для обеспечения водой сельскохозяйственных культур. Строительство водохранилища началось в 2003 году.

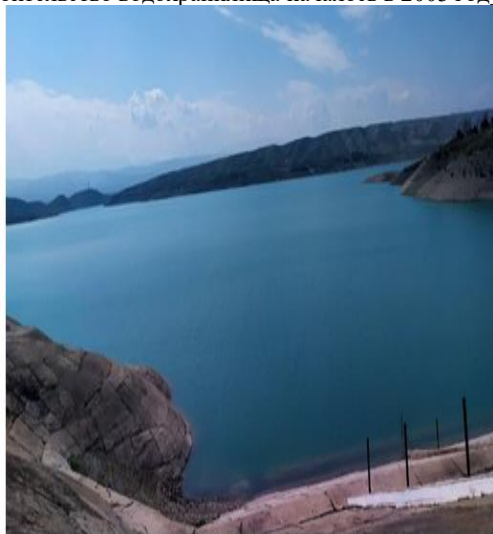


Рис. 1. Резаксайского водохранилища

Согласно проекту, плотина была построена 4470 м, мяч. 89 м, полная вместимость 300 млн.м³ Резаксайское водохранилище включает в себя каменно-земляную плотину, 2 сооружения, обеспечивающих подачу воды в реку Сырдарью и Северный Ферганский канал с расходом 40 м³/с, и водосбросные.

Литературный анализ. Оценка сейсмичности площадок строительства Резаксайского водохранилища.

1. При проектировании водоподпорных сооружений III и IV классов, разрушение которых не приводит к катастрофическим последствиям, и безнапорных сооружений всех классов сейсмичность площадок строительства принимают по картам сейсмического районирования территории или по списку основных населенных пунктов, расположенных в сейсмических районах (Таблица 1.). При этом следует учитывать, что сейсмичность района, приведенная, а картах сейсмического районирования, относится к участкам со средними грунтовыми условиями, характеризующимися песчано-глинистыми грунтами при низком уровне грунтовых вод ($h_{г.с.} > 6$ м). В дальнейшем сейсмичность уточняют с утверждающей проект организацией, руководствуясь данными, приведенными в табл. 1.



Таблица 1

Уточнение сейсмичности площадки строительства Резаксайского водохранилища на основании инженерно-геологических данных

Категория грунта по сейсмическим свойствам.	Грунты основания	Уточненная сейсмичность, баллы, при сейсмичности района, баллы		
I	Скальные, полускальные и крупно-обломочные особо плотные.	6	7	8
II	Глины и суглинки твердые, крупнообломочные, гравийно-галечные, гравийно-галечные и крупные пески.	7	8	9
III	Глины и суглинки мягко и текуче пластичные, пески средней крупности и мелкие	8	9	>9

Примечания: 1. В районах сейсмичностью 6 баллов уточненную сейсмичность площадок строительства водоподпорных гидротехнических сооружений на грунтах III категории следует принимать равной 7 баллам.

1. Строительство гидротехнических сооружений на грунтах III категории в районах сейсмичностью 9 баллов разрешается только при специальном обосновании [1,2,4-6].

2. На стадии технико-экономического обоснования строительства водоподпорных сооружений всех классов сейсмичность площадок строительства назначают согласно п. 1; при этом сейсмичность строительных площадок сооружений I класса повышают на 1 балл.

3. При разработке технических и техно рабочих проектов водоподпорных сооружений I и II классов, возводимых в районах сейсмичностью 6 баллов и выше, сейсмичность площадок строительства следует уточнять на основании специальных исследований, включающих:

а) изучение сейсмического режима площадки строительства и получение данных для расчета и проектирования сейсмостойких сооружений, их оснований и береговых склонов;

б) выявление возможных зон возникновения остаточных деформаций оснований и оценку их значений в каждой зоне;

в) выявление других видов сейсмической опасности, например возможности обрушения в водохранилище больших масс горных пород, падения непосредственно на сооружение неустойчивых скальных массивов и др.;

г) определение динамических характеристик материалов сооружений и грунтов оснований с учетом изменения их свойств при обводнении;

д) оценку возможных изменений сейсмичности площадки строительства после наполнения водохранилища.

4. На период строительства гидротехнических сооружений, за исключением сооружений I и II классов и сооружений, участвующих в процессе строительства в создании напорного фронта, расчетную сейсмичность площадок строительства снижают на 1 балл [3,4,5].

2. Методология исследования

Постановка вопроса. Определение сейсмических нагрузок Резаксайского водохранилища. В расчетах прочности и устойчивости гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия необходимо учитывать сейсмические воздействия от масс сооружений (сейсмические инерционные нагрузки), от присоединенных масс воды (или гидродинамического давления), от волн в водохранилище, вызванных землетрясением, от динамического давления наносов. При технико-экономическом обосновании строительства гидротехнических сооружений I и II классов и на всех стадиях проектирования сооружений III и IV классов для определения сейсмических нагрузок могут быть использованы приближенные зависимости, учитывающие только первый (основной) тон колебаний и отвечающую этому тону приближенную форму деформации сооружения.

При расчетах прочности гидротехнических сооружений учитывают только горизонтальные составляющие сейсмического воздействия. Исключение составляют сооружения, напряженное состояние которых зависит от вертикальных смещений (например, арочные плотины двоякой кривизны).

При расчетах устойчивости гидротехнических сооружений учитывают горизонтальную и вертикальную составляющие, действующие одновременно.

Горизонтальную составляющую сейсмической нагрузки S_{ik} в точке k сооружения, соответствующую i -му тону его собственных колебаний, определяют по формуле:

$$S_{ik} = Q_k m k_c \beta_i^0 \eta_{ik} = 90 \text{ м}^3 \cdot 2300 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^3} \cdot 1,0 \cdot 0,025 \cdot 1,5 = 7762,5 \text{ кГ} = 7762,5 \text{ кН} \quad (1)$$

Где Q_k - вес элемента сооружения, отнесенный к точке k ; m - коэффициент, учитывающий особые условия работы гидротехнических сооружений, принимаемый равным 1,5.

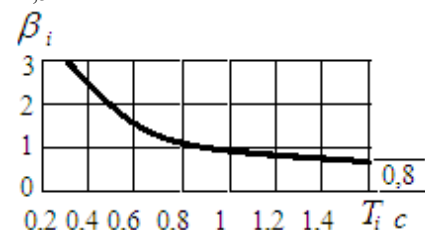


Рис. 2. График для определения коэффициента динамичности β_i

Для бетонных плотин I класса; 1,3 для плотин I класса из грунтовых материалов, 1,0. Для остальных сооружений I класса и всех сооружений II–IV классов; k_c — коэффициент сейсмичности (табл.2). При одновременном учете горизонтальной и вертикальной составляющих сейсмических сил значения k_c в формуле

(2) умножают на $\cos \alpha$ (здесь α — угол между направлением сейсмического воздействия и горизонталью); β_i^0 — коэффициент динамичности;

$$\beta_i^0 = m^0 \beta_i = 0,2 \quad (2)$$

здесь m^0 — коэффициент, зависящий от вида материала и конструкции сооружения (табл. 3); β_i — коэффициент динамичности, соответствующий i -той форме собственных колебаний сооружения, определяемый по графику на рис. 1. в зависимости от периода собственных колебаний сооружения T_i обопределении значений T_i для плотин из грунтовых материалов см. п. 9.5[2,10,11]; значение β_i^0 принимают не менее 0,8; η_{ik} — коэффициент, зависящий от i -той формы собственных колебаний сооружения и от места расположения точки k .

$$\eta_{ik} = \frac{X_i(x_k) \sum_{j=1}^n Q_j X_i(x_j)}{\sum_{j=1}^n Q_j X_i^2(x_j)} = \frac{0,2 \left(31,5 \text{ м}^3 \cdot 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} + 41,3 \text{ м}^3 \cdot 1600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} + 90 \text{ м}^3 \cdot 2300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)}{\left(31,5 \text{ м}^3 \cdot 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,04 + 41,3 \text{ м}^3 \cdot 1600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,09 + 90 \text{ м}^3 \cdot 2300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,04 \right)} = \frac{67216 \text{ кг}}{16747,2 \text{ кг}} = 4 \quad (3)$$

где $X_i(x_k), X_i(x_j)$ — смещения сооружения по i -му тону собственных колебаний в точках с координатами x_k и x_j где в расчетной схеме сооружения приняты сосредоточенные массы.

При определении по формуле (2) сейсмической нагрузки на подземные сооружения и скальные массивы, образующие основания гидротехнических сооружений и береговые склоны, следует принимать $\beta_i^0 \eta_{ik} = 1$ на подпорные стенки [3,7,9].

$$\beta_i^0 \eta_{ik} = 1,5 \quad (4)$$

Вертикальную составляющую сейсмической нагрузки S_k^B в точке k сооружения определяют по формуле

$$S_k^B = Q_k m k_c \sin \alpha = 90 \text{ м}^3 \cdot 2300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1,0 \cdot 0,025 \cdot \sin 30^\circ = 2587,5 \text{ кг} = 2 \text{ Т}587 \text{ кг} \quad (5)$$

Где α — угол между горизонталью и направлением сейсмического воздействия, принимаемый не более 30° . При оценке прочности сооружений расчетные усилия от сейсмического воздействия суммируют с усилиями от других нагрузок, входящих в данное сочетание нагрузок и воздействий.

Прочность бетонных гравитационных и арочных плотин проверяют на горизонтальные сейсмические нагрузки, которые определяют для каждого из учитываемых тонов собственных колебаний.

Расчетные усилия N_p (поперечную или нормальную силу, изгибающий момент) в рассматриваемом сечении конструкции при периоде первого (основного) тона собственных колебаний более 0,3 с определяют по формуле:

$$N_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^2} = \sqrt{3^2 + 3^2 + 4^2} = \sqrt{34} \approx 5,83 \quad (6)$$

Где n — число учитываемых тонов колебаний; N_i — усилие в рассматриваемом сечении для i -го тона колебаний. При периоде первого тона собственных

Таблица 2

Значения коэффициента сейсмичности k_c

Расчетная сейсмичность, баллы	k_c
7	0,025
8	0,050
9	0,100

Таблица 3

Значения коэффициента m^0

Сооружения	m^0
Железобетонные и бетонные, работающие при колебаниях без раскрытия швов	1
Бетонные, свободно деформирующиеся при колебаниях с частичным раскрытием швов	0,8
Земляные и каменно-набросные.	0,7

Для гидротехнических сооружений, при расчетах которых можно ограничиться учетом только горизонтальной составляющей смещения, коэффициент η_{ik} определяют по формуле

колебаний, не превышающем 0,3 с, N_p подсчитывают по формуле

$$N_p = \sqrt{5^2 + 34} \sqrt{N_{\max}^2 \sum_{i=1}^n N_i^2} \quad (7)$$

Где $N_{\max}$ — наибольшее значение усилия в рассматриваемом сечении, определяемое из сопоставления эпюр сейсмических усилий, отвечающих отдельным формам колебаний сооружения; N_i — значения усилия в том же сечении по другим эпюрам (кроме значения $N_{\max}$). Усилия в конструкциях $N_i(N_{\max})$ соответствующие учитываемым формам собственных колебаний, определяют в предположении статического действия на сооружение сейсмических сил S_i , вычисленных по формуле (2).

Расчетную горизонтальную сейсмическую нагрузку S_p в рассматриваемом сечении сооружения при расчетах его устойчивости определяют по формуле:

$$S_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2} = \sqrt{(7762,5 \text{ кг})^2 + (2587,5 \text{ кг})^2} \approx 8194,5 \text{ кг} \approx 8,2 \text{ Т} \quad (8)$$

S_i — расчетная нагрузка в том же сечении для i -го тона колебаний, определяемая по формуле (2). Следует иметь в виду, что при построении эпюры расчетных нагрузок на сооружение в целом или определении расчетной равнодействующей суммированием нагрузок, найденных по формуле (8), получаются завышенные результаты, поскольку при этом не учитывается несовместимость во времени локальных расчетных нагрузок S_p . Прием нахождения равнодействующей нагрузок и их распределения по всему объему сооружения с учетом одновременности действия во всех сечениях предложен А. Л. Можевитиновым и В. Н. Бухарцевым [2,3,8,9].



Присоединенную массу воды T_B , приходящуюся на единицу площади поверхности гидротехнических сооружений, определяют по формуле

$$T_B = \frac{\gamma_w}{g} h \mu \psi = \frac{1 \frac{т}{м^3}}{9,81 \frac{м}{сек^2}} \cdot (488,20 - 463,55 F) м \cdot 0,66 \cdot 0,53 = 8010,5 кг = 8T10 кгх \quad (9)$$

Где γ_w - удельный вес воды, $\frac{Н}{м^3}$; h - глубина воды у сооружения, м; μ - безразмерный

коэффициент присоединенной массы воды, определяемый в зависимости от характера движения по формулам, приведенным в табл. 4; ψ — безразмерный коэффициент, учитывающий ограниченность длины водоема $\frac{l}{h}$ (табл. 6.) [здесь l — расстояние между сооружением и противоположным ему берегом водоема (для шлюзов и аналогичных сооружений между противоположными стенками конструкции) на глубине $\frac{2}{3} h$, от свободной поверхности воды.

При наличии воды с обеих сторон сооружения присоединенную массу воды принимают равной сумме величин T_B , подсчитанных по формуле (9) для каждой из его сторон. Для отдельно стоящих сооружений (водозаборные башни, опоры мостов, сваи и пр.) присоединенную массу воды T_B на единицу длины конструкции подсчитывают по формуле:

$$T_B = \frac{\gamma_w}{g} d^2 \mu = \frac{1 \frac{т}{м^3}}{9,81 \frac{м}{сек^2}} \cdot (24,65 м)^2 \cdot 0,66 = 40,9 \frac{т \cdot сек^2}{м^2} \quad (10)$$

где d - диаметр круглого или размер стороны квадратного поперечного сечения сооружения, м. При поперечных колебаниях свай присоединенная масса воды на единицу их длины приближенно равна массе воды в объеме единицы длины свай.

3. Заключение

1. Показана оценка сейсмичности площадок строительства Каркидонского водохранилища

2. Определены сейсмические нагрузки Каркидонского водохранилища с вертикальными и горизонтальными составляющими сейсмической нагрузки.

3. Горизонтальную составляющую сейсмической нагрузки. Расчетные усилия Присоединенную массу воды.

Использованная литература / References

- [1] Гидротехнические сооружения. И. А. Василь Г. И. Журавлев, С. Н. Корюкин и др.; Под Н. П. Розанова. М., Стройиздат, 1978.
- [2] Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. М., Стройиздат, 1983.
- [3] Можевитинов А. Л., Бухарцев В. Н. Предложения по усовершенствованию раздела II-A. 12-69 «Строительство в сейсмических районах Гидротехническое строительство, 1977, № 9.
- [4] СНиП II-A.10-71. Строительные конструкции основания. Основные положения проектирования. Стройиздат. 1972.
- [5] СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах. М., Стройиздат, 1982.
- [6] СНиП II-16-76. Основания гидротехнических сооружений. М., Стройиздат, 1977.
- [7] Jo'rayev X. A., Xudaykulov S. I. Suv saroylarida havo oqimining ta'sirini hisobga olish uchun nishablikni aniqlash dasturi. Talabnoma kelib tushgan sana: 09.07.2022 Talabnoma raqami: DGU 2022 4004.
- [8] Бекмирзаев Д. А. Численный метод решения сейсмодинамики подземных трубопроводов //Ташкент: «Fan va texnologiya». – 2018.
- [9] Худайбердиев Н. Т., Худайкулов С. И. Катта сув хавзалари ва кўллардаги zilzilalar ва уларнинг хавфсизлигига таъсирини баҳолаш. Научный журнал механика и технология № 1 (1), 2022 Махсус сон. 72-77.
- [10] Худайбердиев Н. Т., Жўраев Х. А. Худайкулов С. И. Движение воздуха над свободной поверхностью неаэрированного потока в водоводе замкнутого сечения. Zamonaviy muhandislik kommunikatsiya tizimlari va avtomobil yo'llari infrastukturasidagi dolzarb muammolar" NamMQI, 18-19 noyabr, 2022 yil, Namangan shahri. 428-433.
- [11] С.И. Худайкулов, Н.Т. Худайбердиев, Б.Х. Абдуллаев. Техноген zilzilalarнинг келиб чиқиши ва гидроиншоотга таъсирини ўрганиш. 2022 .С П Е Ц. В Ы П У С К № 8. 25-29.

Информация об авторах / Information about the authors

Худайбердиев Н.	Наманганский инженерно-строительный институт e-mail: xudayberdiyev.nizomiddin@bk.ru
Худайкулов С.	Международный Университет Кимё e-mail: s.xudaykulov@mail.ru

B. Kodirov, S. Shaumarov, S. Kandakhorov

Evaluation of spatial-structural properties and thermal technical indicators of autoclave-free aerated concrete produced from industrial waste.....112

B. Kodirov, S. Shaumarov, S. Kandakhorov

Analysis of technological properties of heat-insulating aerated concrete.....118

2 section. Building structures of buildings and constructions, modern methods of calculation and design

L. Bocharova, K. Muhammadsoliyev

Study of the efficiency of using thin-walled structures in industrial building covering123

A. Kholmurodov

Effective steel structures for industrial buildings.....127

Kh. Akramov, J. Tokhirov, H. Samadov

Experimental investigation of load-bearing capacity of three-layer panels with insulation layer based on rice crete.....131

A. Abdusattarov

Models of deformation of main pipelines under repeated-variable loading considering material damageability.....135

G. Fridman, Sh. Turakulova

Calculation of a steel prestressed truss with a span of 60 m, taking into account seismic impacts.....139

Kh. Umarov, Yu. Tursinaliyeva

Geotechnical risk assessment and monitoring of the railway tunnel on the Angren - Pop section.....144

N. Khudayberdiyev, S. Khudaykulov

Calculations of seismic loads of the Rezaksai Reservoir.....148

S. Razzakov, D. Berdakov

Calculation of joints of bending wooden structural elements in ANSYS Workbench.....152

A. Abdujabarov, P. Begmatov, G. Khalfin

The use of armogrun structures to strengthen the railway roadbed.....157